

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-234078
(P2002-234078A)

(43) 公開日 平成14年8月20日 (2002.8.20)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	データベース (参考)
B 2 9 C 70/06		B 2 9 B 11/16	4 F 0 7 2
B 2 9 B 11/16		B 2 9 K 105:08	4 F 2 0 5
B 2 9 C 70/68		B 2 9 C 67/14	L
// B 2 9 K 105:08		67/18	

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-36639(P2001-36639)

(22) 出願日 平成13年2月14日 (2001.2.14)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 小山 広幸

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100083998

弁理士 渡辺 丈夫

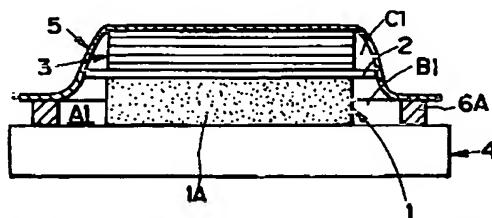
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維強化複合材料の製造方法および繊維強化複合材料付き成形体

(57) 【要約】

【課題】 強化材を構成する繊維の周囲に存在する空気
の除去効率を向上させて、強化材に対する樹脂の含浸性
の低下を抑制することのできる強化プラスチックの製造
方法を提供する。

【解決手段】 成形空間で樹脂を流動させて、この樹脂
を強化材に含浸させた後、樹脂を硬化させる強化プラス
チックの製造方法において、成形空間A1に、強化材
3、および半硬化状態の樹脂を担持した樹脂担持体1を
配置するとともに、成形空間A1を減圧および加熱した
状態で樹脂を流動させ、流動した樹脂を強化材3に含浸
させた後、この樹脂を硬化させる。



1: 樹脂担持体 2: 分離膜 3: 強化材 A1: 成形空間

【特許請求の範囲】

【請求項1】 成形空間でマトリックスを流動させ、このマトリックスを強化材に含浸させた後、前記マトリックスを硬化させる繊維強化複合材料の製造方法において、

前記成形空間に、前記マトリックスが含浸されていない強化材と、非流動状態のマトリックスとを配置するとともに、前記成形空間を減圧および加熱した状態で前記マトリックスを流動させ、かつ、流動したマトリックスを前記強化材に含浸させた後、このマトリックスを硬化させることを特徴とする繊維強化複合材料の製造方法。

【請求項2】 前記非流動状態のマトリックスを担持体により担持するとともに、この担持体と前記強化材との間に、流動後に硬化するマトリックスと前記担持体とを分離させる機能を備えた分離材を介在させた後、前記成形空間を減圧および加熱することを特徴とする請求項1に記載の繊維強化複合材料の製造方法。

【請求項3】 前記非流動状態のマトリックスを担持体により担持するとともに、前記強化材に含浸したマトリックスが硬化する際に、このマトリックスにより前記強化材と前記担持体とを結合させることを特徴とする請求項1に記載の繊維強化複合材料の製造方法。

【請求項4】 成形空間に、マトリックスが含浸されていない強化材、および非流動状態のマトリックスを担持した担持体を配置するとともに、前記成形空間を減圧および加熱した状態で前記マトリックスを流動させ、かつ、流動したマトリックスを前記強化材に含浸させた後、このマトリックスを硬化させてこのマトリックスと強化材とを結合して製造された繊維強化複合材料と、前記マトリックスを媒体としてこの繊維強化複合材料と結合された前記担持体とを有することを特徴とする繊維強化複合材料付き成形体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、マトリックスを強化材で強化した繊維強化複合材料の製造方法および繊維強化複合材料付き成形体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、繊維強化複合材料には、繊維強化プラスチック、繊維強化ゴム、繊維強化ゴムなどがあり、これらのうち、繊維強化プラスチックの製造方法としては、レジン・トランスファー・モールドイング(RTM)法(レジン・インジェクション・モールドイング(RI)法とも呼ばれる。)が知られている。このRTM法は、「わかりやすい実践FRP成形」(1998年2月20日発行・株式会社工業調査会)などに記載されているように、所定形状に賦形(プリフォーム)した繊維状の強化材を成形型内に配置し、この成形型を型締めするとともに、成形型内に流動状態のマトリックス、具体的には熱硬化性樹脂を注入して、この熱硬化性樹脂を

強化繊維に含浸させた後、この熱硬化性樹脂を硬化させることにより、強化材と熱硬化性樹脂とを結合した強化繊維プラスチックを製造するものである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のRTM法においては、流動状態の熱硬化性樹脂が成形型内に注入されるが、熱硬化性樹脂の粘度が高いため、強化材である繊維の微小な隙間に、熱硬化性樹脂を満遍なく含浸させることが難しく、強化材に対する熱硬化性樹脂の未含浸部分が発生し、いわゆる成形不良を招く問題があった。この問題は、大型の成形品を製造する場合に、特に、顕著であった。この問題に対処するために、流動状態における粘度が極力低くなる熱硬化性樹脂を用いることも考えられるが、このような対策を採用した場合は、製造される繊維強化プラスチックの耐熱性、靱性が低下するという他の問題が生じる。

【0004】この発明は上記の事情を背景としてなされたものであり、強化材を構成する繊維の間の空気の除去効率を向上させて、強化材に対するマトリックスの含浸性の低下を抑制することのできる繊維強化複合材料の製造方法および繊維強化複合材料付き成形品を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用】上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、成形空間でマトリックスを流動させ、このマトリックスを強化材に含浸させた後、前記マトリックスを硬化させる繊維強化複合材料の製造方法において、前記成形空間に、前記マトリックスが含浸されていない強化材と、非流動状態のマトリックスとを配置するとともに、前記成形空間を減圧および加熱した状態で前記マトリックスを流動させ、かつ、流動したマトリックスを前記強化材に含浸させた後、このマトリックスを硬化させることを特徴とするものである。

【0006】請求項1の発明によれば、強化材および非流動状態のマトリックスを成形空間に配置した時点では、強化材はドライな状態にある。このため、成形空間を減圧した場合に、強化材を構成する繊維の周囲に存在する空気の除去が促進され、強化材を構成する繊維の周囲に、マトリックスが含浸されやすくなる。

【0007】請求項2の発明は、請求項1の構成に加えて、前記非流動状態のマトリックスを担持体により担持するとともに、この担持体と前記強化材との間に、流動後に硬化するマトリックスと前記担持体とを分離させる機能を備えた分離材を介在させた後、前記成形空間を減圧および加熱することを特徴とするものである。

【0008】請求項2の発明によれば、請求項1の発明と同様の作用が生じる他に、硬化したマトリックスと担持体との分離性が向上する。

【0009】請求項3の発明は、請求項1の構成に加え

て、前記非流動状態のマトリックスを担持体により担持するとともに、前記強化材に含浸したマトリックスが硬化する際に、このマトリックスにより前記強化材と前記担持体とを結合させることを特徴とするものである。

【0010】請求項3の発明によれば、請求項1の発明と同様の作用が生じる他に、強化材に含浸したマトリックスが硬化する際に、強化材と担持体とがマトリックスにより結合される。

【0011】請求項4の発明は、成形空間に、マトリックスが含浸されていない強化材、および非流動状態のマトリックスを担持した担持体を配置するとともに、前記成形空間を減圧および加熱した状態で前記マトリックスを流動させ、かつ、流動したマトリックスを前記強化材に含浸させた後、このマトリックスを硬化させてこのマトリックスと強化材とを結合して製造された繊維強化複合材料と、前記マトリックスを媒体としてこの繊維強化複合材料と結合された前記担持体とを有することを特徴とするものである。請求項4の発明においても、請求項3の発明と同様の作用が生じる。

【0012】

【発明の実施の形態】つぎに、この発明を図面を参照しながら具体的に説明する。図1、図2は、この発明の一実施例である繊維強化プラスチック（FRP）の製造工程を示す図である。まず、図2に示すように、樹脂担持体1および分離膜2ならびに繊維状の強化材3を用意する。樹脂担持体1は、板形状の連続通気多孔質フォーム1Aに、マトリックスとしての樹脂を含浸させたものである。なお、樹脂は便宜上、図示されていない。連続通気多孔質フォーム1Aは、例えば、メラミン樹脂などの熱硬化性樹脂フォーム、またはポリビニルアセタールなどの熱可塑性樹脂フォームのように、軟質なものを用いることができる。なお、連続通気多孔質フォーム1Aに含浸させる樹脂は、熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂のいずれを選択することもできるが、連続通気多孔質フォーム1Aに熱硬化性樹脂を含浸させる場合は、連続通気多孔質フォーム1Aの材料として、使用する熱硬化性樹脂の硬化温度に応じた耐熱温度を有する材料を用いる。

【0013】この実施例では、連続通気多孔質フォーム1Aに熱硬化性樹脂を含浸させる場合を先に説明する。この熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂などを用いることができる。ここで、連続通気多孔質フォーム1Aに熱硬化性樹脂を含浸させる工程について説明すれば、減圧条件下において、液状の熱硬化性樹脂を連続通気多孔質フォーム1Aに含浸させるとともに、加熱により熱硬化性樹脂を硬化させ、その硬化反応を途中で停止して半硬化状態とし、樹脂担持体1を製造した。エポキシ樹脂の半硬化状態はBステージ化と呼ばれている。

【0014】前記分離膜2は、テフロン（商品名）などのように、表面不活性な樹脂材料で製造された布、ある

いは孔あきのフィルムにより構成されている。また、繊維状の強化材3は、カーボン、ガラス、アラミド、ボロン、スチール、銅などの材質からなるクロス、UD（ユニディレクショナルの略）、不織布などを、複数枚積層したものである。なお、この強化材3には樹脂は付着していない。

【0015】上記のように構成された樹脂担持体1および分離膜2ならびに強化材3を、図1に示すように、下型4上に配置する。具体的には、下型4上に樹脂担持体1を載せ、この樹脂担持体1の上に分離膜2を載せ、分離膜2の上に強化材3を載せる。すなわち、樹脂担持体1と強化材3との間に、分離膜2が介在されている。そして、樹脂担持体1の周囲および分離膜2ならびに強化材3をナイロンバッグ5により覆うとともに、下型4とナイロンバッグ5との間をシール材6Aによりシールし、樹脂担持体1の周囲および分離膜2ならびに強化材3を配置した成形空間A1を形成する。なお、分離膜3の外周がナイロンバッグ5に接触しているため、成形空間A1は、厳密には、樹脂担持体1が存在する空間B1と、強化材3が存在する空間C1とに区画されている。また、ナイロンバッグ5には、成形空間A1と、真空ポンプなどの減圧装置とを連通する減圧ポートが形成されている。さらに、減圧装置及び減圧ポートは、いずれも図示されていない。

【0016】つぎに、減圧装置により成形空間A1を減圧するとともに、加熱装置により成形空間A1を加熱する。なお、加熱装置は図示されていない。ここで、成形空間A1を、例えば、99,750Pa程度に減圧すると、強化材3を構成するフィラメントおよびストランドの周囲（言い換えれば、空間）に存在している空気（言い換えれば気泡）が、減圧ポートを介して成形空間A1の外部に除去される。また、成形空間A1を、例えば120℃まで昇温すると、この昇温にともない、樹脂担持体1に含浸されている熱硬化性樹脂の粘度が低下し、流動状態となった熱硬化性樹脂が分離膜2の孔を通過して空間C1に移動するとともに、強化材3に含浸する。

【0017】そして、所定の硬化温度に到達すると、熱硬化性樹脂が硬化（言い換えれば、固化）し、図3に示すように、熱硬化性樹脂と強化材3とが一体的に結合された繊維強化プラスチック6が製造される。このようにして、樹脂担持体1から熱硬化性樹脂が流出すると、前述の樹脂担持体1は、単なる連続通気多孔質フォーム1Aとなっている。さらに、分離膜3を繊維強化プラスチック6から剥離すると、繊維強化プラスチック6と連続通気多孔質フォーム1Aとが分離される。

【0018】また、図1および図2に示す製造工程において、分離膜2を用いることなく、繊維強化プラスチック6を製造することもできる。この場合は、樹脂担持体1と強化材3とが積層された状態で、成形空間A1に配置される。そして、前述と同様にして、成形空間A1を

加熱および加圧すると、樹脂担持体1に含浸されている熱硬化性樹脂が流動して強化材3に含浸するとともに、強化材3に含浸した熱硬化性樹脂が硬化する過程で、強化材3と連続通気多孔質フォーム1Aとが、熱硬化性樹脂により結合された成形品7が製造される。

【0019】さらに、図1に示すナイロンバッグ5の代わりに、減圧ポートを有する上型を用い、この上型と下型4との間に成形空間を形成することもできる。なお、上型は図示されていない。このように、上型と下型4とを用いる場合、上型と下型4とを相対移動可能に構成することになり、成形空間の加圧時に、上型と下型4とを近づける方向に相対移動させて加圧すれば、成形品7の成形精度が一層向上する。

【0020】なお、この実施例の製造方法によれば、成形空間に流動状態の樹脂を注入する工程が不要であるため、流動状態では高粘度となる熱可塑性樹脂を、樹脂担持体1に含浸させることもできる。この熱可塑性樹脂としては、例えば、ナイロン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、AS樹脂、ABS樹脂、塩化ビニル樹脂、メタクリル樹脂、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリアセタール、変性ポリフェニレンエーテル、ポリブチレンテレフタレート、ポリフェニレンサルファイド、ポリアリレート、ポリサルホン、ポリエーテルサルホン、ポリエーテルイミド、ポリアミドイミド、液晶ポリマー、ポリフタルアミド、フッ素樹脂、超高分子量ポリエチレン、ポリメチルペンテン、生分解プラスチック、ポリアクリロニトリルなどが挙げられる。

【0021】このように、樹脂担持体1に含浸させる樹脂として熱可塑性樹脂を用いた場合は、樹脂担持体1を成形空間に配置した時点では、熱可塑性樹脂は硬化している。そして、加熱により熱可塑性樹脂が流動して強化材3に含浸するとともに、冷却により熱可塑性樹脂が硬化し、熱可塑性樹脂と強化材3とが結合して繊維強化プラスチック6が製造される。その他の作用は、熱硬化性樹脂を用いた場合と同様である。なお、熱可塑性樹脂をマトリックスとして用いる場合は、その固化状態で成形空間に配置されるため、樹脂担持体1を用いなくてもよい。

【0022】上記のように、この実施例によれば、分離膜2を用いるか否かに関わりなく、強化材3と、非流動状態、具体的には半硬化状態の樹脂を担持した樹脂担持体1とを成形空間A1に配置した時点では、強化材3には粘調な樹脂が含浸されておらず、強化材3はドライな状態にある。このため、成形空間A1を減圧する場合に、強化材3を構成するフィラメントおよびストランドの周囲の空気の除去が促進され、強化材3の微細な隙間における樹脂の行き渡り性、すなわち、含浸性が向上する。

【0023】特に、この実施例においては、板形状の強

化材3と板形状の樹脂担持体1とを積層しているため、流動した樹脂を、強化材3と樹脂担持体1との積層方向（強化材3の厚さ方向）に含浸させることになる。このため、樹脂の流動距離が短いものとなり、強化材3に樹脂を含浸するために要する時間が飛躍的に短縮される。

【0024】ところで、特開平6-190956号公報、特開平6-226874号公報などに記載されているように、真空バッグにより取り囲まれた成形空間に、半硬化状態の熱硬化性樹脂を繊維に含浸させたシート状のプリプレグ材料を複数積層して配置した後、熱硬化性樹脂を加熱硬化させることにより、繊維強化プラスチックを製造する方法が知られている。この製造方法においては、プリプレグ材料同士の間隙に空気が存在するため、製品としての繊維強化プラスチックにボイドが生成される原因となる。そこで、成形空間に連通された減圧口に真空ポンプを接続し、真空ポンプで吸引することにより成形空間を減圧して、前記空気を除去する工程がおこなわれている。

【0025】これに対して、この実施例によれば、従来のプリプレグ材料を用いる製造方法のように、成形空間を高圧釜などの加圧装置により加圧する必要はない。また、RTM法のように、樹脂を成形空間に注入する設備も不要である。したがって、繊維強化プラスチック6を製造するための生産設備費用を大幅に低下させることができる。また、高圧釜による加圧をおこなう必要がない分、空気の除去工数の増加が抑制されて、加工時間が短縮され、繊維強化プラスチック6の製造サイクルが短くなり、その製造コストの上昇を抑制することができる。さらに、強化材3内の空気を確実に除去することができるため、いわゆる樹脂リッチ部が形成されることを抑制でき、繊維強化プラスチック6のボイドを防止することができる。したがって、繊維強化プラスチック6の破壊強度の低下を抑制することができ、製品品質が向上する。また、強化材3に対する樹脂の含浸性が良好であるため、樹脂担持体1に含浸させる樹脂として、耐熱性、靱性の高いグレードのものを用いることができ、製品としての繊維強化プラスチック6の耐久性および靱性が向上する。

【0026】さらに、分離膜2を用いる製造方法においては、硬化した樹脂と樹脂担持体（連続通気多孔質フォームの単体）1とを容易に分離することができ、分離作業性が向上する。さらに、分離膜2を用いない製造方法によれば、強化材3に含浸した樹脂が硬化する工程で、繊維強化プラスチック6と連続通気多孔質フォーム1Aとが結合された成形品7が製造される。したがって、繊維強化プラスチックと、この繊維強化プラスチックに結合する部材とを別々に製造し、かつ、両者を接合する場合に比べて、その製造工数が低減され、成形品7の製造コストの上昇を抑制することができる。

【0027】さらにまた、分離膜2を用いることなく製

造された成形品7は、連続通気多孔質フォーム1Aを構造物の内部側に向けて配置し、繊維強化プラスチック6を構造物の外側に向けて配置すれば、連続通気多孔質フォーム1Aの連続通気多孔部分が吸音部として機能するとともに、連続通気多孔部分の空気が断熱層として機能する。つまり、成形品7を防音材(吸音材)もしくは断熱材として使用することができる。

【0028】つぎに、分離膜2を用いることなく、航空機の胴体の製造する方法を、図5および図6に基づいて説明する。まず、航空機の胴体の内面形状を有するポリエチレン製の中空中子を準備するとともに、中空中子の外周全面に、前述した樹脂担持体1を配置する。また、樹脂担持体1の外周に、カーボクロスを概略製品形状化(プリフォーム)した強化材3を配置する。

【0029】ついで、航空機の胴体形状に対応するキャビティ(成型空間A1)を形成する型9、10を用意し、型9、10の間に中空中子8および樹脂担持体1ならびに強化材3を配置した後、型9、10を型締めする。ついで、中空中子8の内部D1から加圧して、中空中子8を膨張させるとともに、成型空間A1の全体を、前述と同じ条件で減圧および加熱する。すると、前述と同様にして樹脂担持体1に含浸されている樹脂が流動して、強化材3に含浸される。

【0030】そして、2時間後に樹脂を硬化させて、繊維強化プラスチックと樹脂担持体1とが結合された成形品を製造する。この成形品の場合は、樹脂担持体1を室内側に配置することで、吸音材として活用する。図5および図6の製造方法においても、図4の実施例と同様の効果をえられる。なお、この実施例の製造方法および成形品は、構造物、例えば、車両のボデー、車両の荷物室の蓋、船舶の胴体、航空機の胴体など、3次元の中空構造体の他、橋梁、建造物の骨格などの超大型構造体にも適用できる。

【0031】なお、上記実施例において、樹脂以外のマトリックス、例えば、熱可塑性エラストマーを用いることもできる。熱可塑性エラストマーとしては、スチレン系、塩ビ系、オレフィン系、ウレタン系、ポリエステル系、ポリアミド系などを用いることができる。マトリックスとして熱可塑性エラストマーを用いる場合の繊維強化複合材料の製造方法は、マトリックスとして熱可塑性エラストマーを用いる場合の繊維強化複合材料の製造方法を同様である。ここで、実施例の構成とこの発明の構成との対応関係を説明すれば、熱硬化性樹脂および熱可塑性樹脂ならびに熱可塑性エラストマーが、この発明のマトリックス(言い換えれば、基材もしくは母材)に相

当し、樹脂担持体1がこの発明の担持体に相当し、分離膜2がこの発明の分離材に相当し、繊維強化プラスチック6がこの発明の繊維強化複合材料に相当する。

【0032】

【発明の効果】以上説明したように請求項1の発明によれば、強化材を構成する繊維の周囲に存在する空気の除去効率が向上して、強化材に対するマトリックスの含浸性が向上する。したがって、大型または複雑な形状の繊維強化複合材料を製造する場合であっても、製造される繊維強化複合材料にボイドが発生することを抑制でき、繊維強化複合材料の破壊強度の低下を抑制することができ、製品品質が向上する。

【0033】請求項2の発明によれば、請求項1の発明と同様の効果をえられる他に、分離材を用いるために、硬化したマトリックスと、マトリックスが流出した後の担持体とを容易に分離することができ、分離作業性が向上する。

【0034】請求項3の発明によれば、請求項1の発明と同様の効果をえられる他に、強化材に含浸したマトリックスが硬化する際に、繊維強化複合材料と担持体とが結合された成形品が製造される。したがって、繊維強化複合材料と、繊維強化複合材料に結合する部材とを別々に製造し、かつ、両者を接合する場合に比べて、その製造工数が低減され、成形品の製造コストの上昇を抑制することができる。さらに、請求項4の発明においても、請求項3の発明と同様の効果をえられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例である繊維強化プラスチックの製造方法の一例を示す断面図である。

【図2】 図1の製造方法に用いる樹脂担持体および分離膜ならびに強化材の斜視図である。

【図3】 図1の製造方法により製造された繊維強化プラスチックと樹脂担持体とを分離する工程の正面図である。

【図4】 図1に示す製造方法において、分離膜を用いることなく製造された成形品の正面図である。

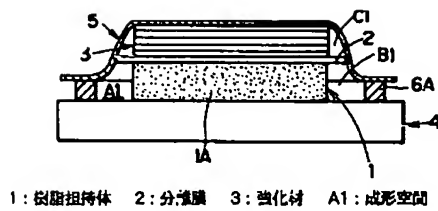
【図5】 この発明の製造方法により、航空機の胴体を製造する工程を示す斜視図である。

【図6】 この発明の製造方法により、航空機の胴体を製造する工程の断面図である。

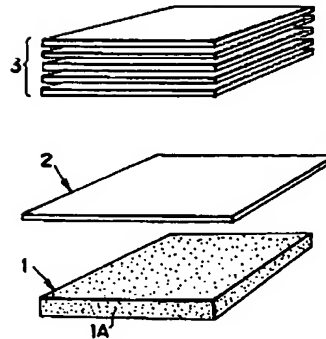
【符号の説明】

1…樹脂担持体、 2…分離膜、 3…強化材、 6…繊維強化プラスチック、 7…成形品、 A1…成型空間。

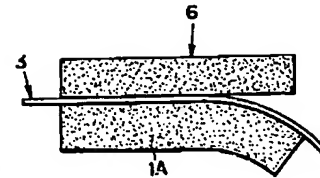
【図1】



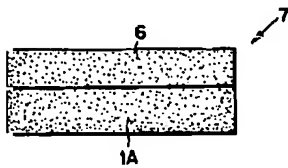
【図2】



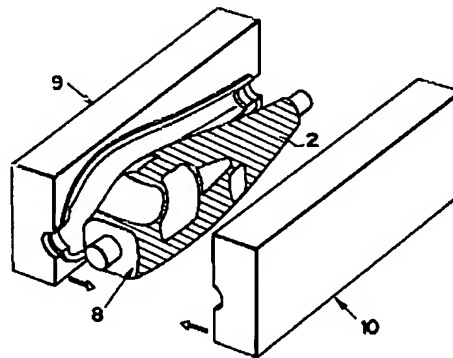
【図3】



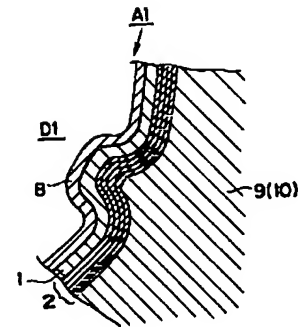
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F072 AA02 AB06 AB08 AB09 AB10
 AB11 AB28 AB29 AD03 AD04
 AD05 AD06 AD07 AD08 AD09
 AD11 AD37 AD41 AD42 AD44
 AD45 AD46 AG03 AG16 AH04
 AH12 AH31 AH36 AJ03 AL02
 4F205 AD16 AD17 AH31 AM28 HA06
 HA33 HA34 HA35 HA40 HA47
 HB01 HF01 HF05 HK02 HK05
 HK22 HM12